

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年12月 4日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-352864

[ST.10/C]:

[JP 2002-352864]

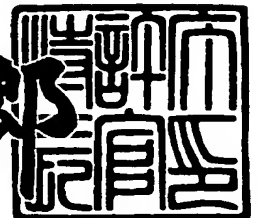
出 願 人
Applicant(s):

パイオニア株式会社

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3049529

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0354

【提出日】 平成14年12月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G10H 1/38
G10L 15/10
G06F 17/30

【発明の名称】 楽曲検索装置及び方法

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 我山 真一

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079119

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 楽曲検索装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 楽曲の和音の時系列変化を示す和音進行楽曲データを複数の楽曲分蓄積した蓄積手段と、

楽曲の少なくとも一部分の和音の時系列変化を示す検索対象の和音進行楽曲データを生成する検索対象データ生成手段と、

前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積手段に蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とについて比較して前記複数の楽曲毎の類似度を算出する比較手段と、

前記比較手段による前記複数の楽曲各々についての類似度の算出結果に応じた検索出力を生成する出力手段と、を備えたことを特徴とする楽曲検索装置。

【請求項 2】 前記比較手段は、前記蓄積手段に蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々の比較開始位置を逐次変化させて前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々と前記検索対象の和音進行楽曲データとを比較することを特徴とする請求項 1 記載の楽曲検索装置。

【請求項 3】 前記比較手段は、前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積手段に蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とに加えて和音変化前後の和音の時間的長さの比について比較して前記複数の楽曲毎の類似度を算出することを特徴とする請求項 1 記載の楽曲検索装置。

【請求項 4】 前記比較手段は、前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積手段に蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを時間的に前後に飛び越して比較することを特徴とする請求項 1 記載の楽曲検索装置。

【請求項 5】 前記比較手段は、前記検索対象の和音進行楽曲データが示す和音変化後の和音と前記蓄積手段に蓄積された前記和音進行楽曲データが示す和音変化後の和音とが関係調にあるときその双方の和音変化後の和音を同一の和音とみなすことを特徴とする請求項 1 記載の楽曲検索装置。

【請求項 6】 前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積手段に蓄積さ

れた前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とは和音変化時点毎に 2 つの和音を第 1 及び第 2 和音候補として有し、

前記比較手段は、前記検索対象の和音進行楽曲データの第 1 及び第 2 和音候補と前記蓄積手段に蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々の第 1 及び第 2 和音候補とを相互に比較することを特徴とする請求項 1 記載の楽曲検索装置。

【請求項 7】 前記複数の楽曲毎に、楽曲を示す入力オーディオ信号を所定の時間毎に周波数成分の大きさを示す周波数信号に変換する周波数変換手段と、

前記周波数変換手段によって得られた周波数信号から平均律の各音に対応した周波数成分を前記所定の時間毎に抽出する成分抽出手段と、

前記成分抽出手段によって抽出された各音に対応した周波数成分のうちのレベル合計が大となる 3 つの周波数成分の組によって各々形成される 2 つの和音を前記第 1 及び第 2 和音候補として検出する和音候補検出手段と、

前記和音候補検出手段によって繰り返し検出された前記第 1 及び第 2 和音候補各々の列を平滑化处理して前記蓄積手段に記憶させるべき前記和音進行楽曲データを生成する平滑化手段と、を備えたことを特徴とする請求項 1 又は 6 記載の楽曲検索装置。

【請求項 8】 前記検索対象データ生成手段は、楽曲を示す入力オーディオ信号を所定の時間毎に周波数成分の大きさを示す周波数信号に変換する周波数変換手段と、

前記周波数変換手段によって得られた周波数信号から平均律の各音に対応した周波数成分を前記所定の時間毎に抽出する成分抽出手段と、

前記成分抽出手段によって抽出された各音に対応した周波数成分のうちのレベル合計が大となる 3 つの周波数成分の組によって各々形成される 2 つの和音を前記第 1 及び第 2 和音候補として所定数だけ検出する和音候補検出手段と、

前記和音候補検出手段によって繰り返し検出された前記第 1 及び第 2 和音候補各々の列を平滑化处理して前記検索対象の前記和音進行楽曲データを生成する平滑化手段と、を備えたことを特徴とする請求項 1 又は 6 記載の楽曲検索装置。

【請求項 9】 楽曲の和音の時系列変化を示す和音進行楽曲データを複数の

楽曲分蓄積した蓄積ステップと、

楽曲の少なくとも一部分の和音の時系列変化を示す検索対象の和音進行楽曲データを生成する検索対象データ生成ステップと、

前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積ステップにて蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とについて比較して前記複数の楽曲毎の類似度を算出する比較ステップと、

前記比較ステップによる前記複数の楽曲各々についての類似度の算出結果に応じた検索出力を生成する出力ステップと、を備えたことを特徴とする楽曲検索方法。

【請求項 1 0】 楽曲を検索する方法を実行するコンピュータ読取可能なプログラムであって、

楽曲の和音の時系列変化を示す和音進行楽曲データを複数の楽曲分蓄積した蓄積ステップと、

楽曲の少なくとも一部分の和音の時系列変化を示す検索対象の和音進行楽曲データを生成する検索対象データ生成ステップと、

前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積ステップにて蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とについて比較して前記複数の楽曲毎の類似度を算出する比較ステップと、

前記比較ステップによる前記複数の楽曲各々についての類似度の算出結果に応じた検索出力を生成する出力ステップと、を備えたことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明が属する技術分野】

本発明は、検索対象の楽曲に対応した楽曲を検索する楽曲検索装置及び方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

テレビやラジオで放送中に流れる楽曲音の楽曲名や歌手名が分からず、その楽曲音を改めて聞くために楽曲情報が知りたいことがある。そのようなときに楽曲名等の楽曲情報を検索するものとして楽曲検索装置が知られている。

従来の楽曲検索装置においては、特許文献 1 及び 2 に示されたように、各楽曲の楽曲データに基づいて楽曲のテンポ、楽器パターン、音程、拍子毎の和音、特定の和音の頻度及びリズムパターン等の特徴パラメータを検出してそれらのインデックスとして格納した記憶手段が備えられ、所望の楽曲について同様に特徴パラメータを検出してそれらのインデックスを抽出インデックスとし、抽出インデックスと格納されたインデックスとを比較して所望の楽曲についての情報を表示することが行われる。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】

特開平 1 0 - 1 3 4 5 4 9 号公報

【 0 0 0 4 】

【特許文献 2】

特開平 6 - 2 9 0 5 7 4 号公報

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の楽曲検索装置においては、所望の楽曲についての情報を正確に検索するためには楽曲毎に多種の特徴パラメータを抽出して記憶手段に予め格納しておく必要があるもので、構成が複雑になるという問題点があった。

本発明が解決しようとする課題には、上記の問題点が一例として挙げられ、所望の楽曲に対応した楽曲について簡単な構成で正確に検索することができる楽曲検索装置及び方法を提供することが本発明の目的である。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明の楽曲検索装置は、楽曲の和音の時系列変化を示す和音進行楽曲データを複数の楽曲分蓄積した蓄積手段と、楽曲の少なくとも一部分の和音の時系列変

化を示す検索対象の和音進行楽曲データを生成する検索対象データ生成手段と、前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積手段に蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とについて比較して前記複数の楽曲毎の類似度を算出する比較手段と、前記比較手段による前記複数の楽曲各々についての類似度の算出結果に応じた検索出力を生成する出力手段と、を備えたことを特徴としている。

【0007】

本発明の楽曲検索方法は、楽曲の和音の時系列変化を示す和音進行楽曲データを複数の楽曲分蓄積した蓄積ステップと、楽曲の少なくとも一部分の和音の時系列変化を示す検索対象の和音進行楽曲データを生成する検索対象データ生成ステップと、前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積ステップにて蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とについて比較して前記複数の楽曲毎の類似度を算出する比較ステップと、前記比較ステップによる前記複数の楽曲各々についての類似度の算出結果に応じた検索出力を生成する出力ステップと、を備えたことを特徴としている。

【0008】

本発明のプログラムは、楽曲を検索する方法を実行するコンピュータ読取可能なプログラムであって、楽曲の和音の時系列変化を示す和音進行楽曲データを複数の楽曲分蓄積した蓄積ステップと、楽曲の少なくとも一部分の和音の時系列変化を示す検索対象の和音進行楽曲データを生成する検索対象データ生成ステップと、前記検索対象の和音進行楽曲データと前記蓄積ステップにて蓄積された前記複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とについて比較して前記複数の楽曲毎の類似度を算出する比較ステップと、前記比較ステップによる前記複数の楽曲各々についての類似度の算出結果に応じた検索出力を生成する出力ステップと、を備えたことを特徴としている。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。

図 1 は本発明を適用した楽曲処理システムを示している。この楽曲処理システムは、マイク入力装置 1、ライン入力装置 2、楽曲入力装置 3、操作入力装置 4、入力切替スイッチ 5、アナログ／デジタル変換装置 6、和音解析装置 7、データ蓄積装置 8、9、一時記憶メモリ 10、和音進行比較装置 11、表示装置 12、楽曲再生装置 13、デジタル／アナログ変換装置 14 及びスピーカ 15 を備えている。

【0010】

マイク入力装置 1 は、楽曲音をマイクロホンで集音可能にされ、その集音した楽曲音を示すアナログのオーディオ信号を出力する。ライン入力装置 2 には、例えば、ディスクプレーヤやテープレコーダが接続され、楽曲音を示すアナログのオーディオ信号を入力できるようにされている。楽曲入力装置 3 は和音解析装置 7 及びデータ蓄積装置 8 に接続され、デジタル化されたオーディオ信号（例えば、PCM データ）を再生する装置であり、例えば、CD プレーヤである。操作入力装置 4 は本システムに対してユーザが操作してデータや指令を入力するための装置である。操作入力装置 4 の出力は入力切替スイッチ 5、和音解析装置 7、和音進行比較装置 11 及び楽曲再生装置 13 に接続されている。

【0011】

入力切替スイッチ 5 は、マイク入力装置 1 及びライン入力装置 2 のうちのいずれか 1 の出力信号を選択的にアナログ／デジタル変換装置 6 に供給する。入力切替スイッチ 5 の切替動作は操作入力装置 4 からの指令に応じて実行される。

アナログ／デジタル変換装置 6 は、和音解析装置 7 及びデータ蓄積装置 8 に接続され、アナログのオーディオ信号をデジタル化し、デジタル化オーディオ信号を楽曲データとしてデータ蓄積装置 8 に供給する。データ蓄積装置 8 にはアナログ／デジタル変換装置 6 及び楽曲入力装置 3 供給された楽曲データ（PCM データ）がファイルとして記憶される。

【0012】

和音解析装置 7 は、供給された楽曲データの和音を後述する和音解析動作によって解析する。一時記憶メモリ 10 には和音解析装置 7 によって解析された楽曲

データの各和音が第 1 及び第 2 和音候補として一時的に記憶される。データ蓄積装置 9 には和音解析装置 7 によって解析されて和音進行楽曲データが楽曲毎にファイルとして記憶される。

【 0 0 1 3 】

和音進行比較装置 1 1 は、検索対象の和音進行楽曲データとデータ蓄積装置 9 に記憶された和音進行楽曲データとを比較し、検索対象の和音進行楽曲データと類似性の高い和音進行楽曲データを検出する。表示装置 1 2 には和音進行比較装置 1 1 による比較結果が楽曲リストとして表示される。

楽曲再生装置 1 3 は、和音進行比較装置 1 1 によって類似性が最も高いとして検出された楽曲のデータファイルをデータ蓄積装置 8 から読み出して再生し、デジタルオーディオ信号として順次出力する。デジタル／アナログ変換装置 1 4 は楽曲再生装置 1 3 によって再生されたデジタルオーディオ信号をアナログオーディオ信号に変換する。

【 0 0 1 4 】

和音解析装置 7、和音進行比較装置 1 1 及び楽曲再生装置 1 3 各々は操作入力装置 4 からの指令に応じて動作する。

次に、かかる構成の楽曲処理システムの動作について説明する。

ここでは楽曲音を示すアナログオーディオ信号がライン入力装置 2 から入力切替スイッチ 5 を介してアナログ／デジタル変換装置 6 に供給され、そこでデジタル信号に変換された後、和音解析装置 7 に供給されたとする。

【 0 0 1 5 】

上記した和音解析動作としては前処理、本処理及び後処理がある。和音解析装置 7 は前処理として周波数誤差検出動作を行う。

周波数誤差検出動作においては、図 2 に示すように、時間変数 T 及び帯域データ $F(N)$ が 0 に初期化され、更に変数 N の範囲が $-3 \sim 3$ の如く初期設定される（ステップ S 1）。入力デジタル信号に対してフーリエ変換によって周波数変換を 0.2 秒間隔で行うことによって周波数情報 $f(T)$ が得られる（ステップ S 2）。

【 0 0 1 6 】

今回の $f(T)$ 、前回の $f(T-1)$ 及び前々回の $f(T-2)$ を用いて移動平均処理が行われる（ステップ S 3）。この移動平均処理では、0.6 秒以内では和音に変化することが少ないという仮定で過去 2 回分の周波数情報が用いられる。移動平均処理は次式によって演算される。

$$f(T) = (f(T) + f(T-1) / 2.0 + f(T-2) / 3.0) / 3.0 \quad \dots\dots (1)$$

ステップ S 3 の実行後、変数 N が -3 に設定され（ステップ S 4）、その変数 N は 4 より小であるか否かが判別される（ステップ S 5）。 $N < 4$ の場合には、移動平均処理後の周波数情報 $f(T)$ から周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ が各々抽出される（ステップ S 6～S 10）。周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ は、 $(110.0 + 2 \times N)$ Hz を基本周波数とした 5 オクターブ分の平均律の 12 音のものである。12 音は A, A#, B, C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G# である。図 3 は A 音を 1.0 とした場合の 12 音及び 1 オクターブ高い A 音各々の周波数比を示している。ステップ S 6 の $f_1(T)$ は A 音を $(110.0 + 2 \times N)$ Hz とし、ステップ S 7 の $f_2(T)$ は A 音を $2 \times (110.0 + 2 \times N)$ Hz とし、ステップ S 8 の $f_3(T)$ は A 音を $4 \times (110.0 + 2 \times N)$ Hz とし、ステップ S 9 の $f_4(T)$ は A 音を $8 \times (110.0 + 2 \times N)$ Hz とし、ステップ S 10 の $f_5(T)$ は A 音を $16 \times (110.0 + 2 \times N)$ Hz としている。

【0017】

ステップ S 6～S 10 の実行後、周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ は 1 オクターブ分の帯域データ $F'(T)$ に変換される（ステップ S 11）。帯域データ $F'(T)$ は、

$$F'(T) = f_1(T) \times 5 + f_2(T) \times 4 + f_3(T) \times 3 + f_4(T) \times 2 + f_5(T) \quad \dots\dots (2)$$

の如く表される。すなわち、周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ 各々は個別に重み付けされた後、加算される。1 オクターブの帯域データ $F'(T)$ は、帯域データ $F(N)$ に加算される（ステップ S 12）。その後、変数 N には 1 が加算され（ステップ S 13）、そして、ステップ S 5 が再度実行される。

【0018】

ステップ S 6 ~ S 1 3 の動作は、ステップ S 5 において N が 4 より小、すなわち $-3 \sim +3$ の範囲であると判断される限り繰り返される。これによって音成分 $F(N)$ は $-3 \sim +3$ の範囲の音程誤差を含む 1 オクターブ分の周波数成分となる。

ステップ S 5 において $N \geq 4$ と判別された場合には、変数 T が所定値 M より小であるか否かが判別される (ステップ S 1 4)。 $T < M$ の場合には、変数 T に 1 が加算され (ステップ S 1 5)、ステップ S 2 が再度実行される。 M 回分の周波数変換による周波数情報 $f(T)$ に対して変数 N 毎の帯域データ $F(N)$ が算出される。

【 0 0 1 9 】

ステップ S 1 4 において $T \geq M$ と判別された場合には、変数 N 毎の 1 オクターブ分の帯域データ $F(N)$ のうちの各周波数成分の総和が最大値となる $F(N)$ が検出され、その検出 $F(N)$ の N が誤差値 X として設定される (ステップ S 1 6)。

この前処理によって誤差値 X を求めることによってオーケストラの演奏音等の楽曲音全体の音程が平均律と一定の差をもっている場合に、それを補償して後述の和音解析の本処理を行うことができる。

【 0 0 2 0 】

前処理の周波数誤差検出動作が終了すると、和音解析動作の本処理が行われる。なお、誤差値 X が既に分かっている場合やその誤差を無視できる場合には、前処理は省略しても良い。本処理では楽曲全部について和音解析が行われるために楽曲の最初の部分から入力デジタル信号は和音解析装置 7 に供給されとする。

【 0 0 2 1 】

本処理においては、図 4 に示すように、入力デジタル信号に対してフーリエ変換によって周波数変換を 0.2 秒間隔で行うことによって周波数情報 $f(T)$ が得られる (ステップ S 2 1)。このステップ S 2 1 が周波数変換手段に対応する。そして、今回の $f(T)$ 、前回の $f(T-1)$ 及び前々回の $f(T-2)$ を用いて移動平均処理が行われる (ステップ S 2 2)。ステップ S 2 1 及び S 2 2 は上記したステップ S 2 及び S 3 と同様に実行される。

【 0 0 2 2 】

ステップ S 2 2 の実行後、移動平均処理後の周波数情報 $f(T)$ から周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ が各々抽出される（ステップ S 2 3 ～ S 2 7）。上記したステップ S 6 ～ S 1 0 と同様に、周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ は、 $(110.0 + 2 \times N)\text{Hz}$ を基本周波数とした 5 オクターブ分の平均律の 12 音 A, A#, B, C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G# である。ステップ S 2 3 の $f_1(T)$ は A 音を $(110.0 + 2 \times N)\text{Hz}$ とし、ステップ S 2 4 の $f_2(T)$ は A 音を $2 \times (110.0 + 2 \times N)\text{Hz}$ とし、ステップ S 2 5 の $f_3(T)$ は A 音を $4 \times (110.0 + 2 \times N)\text{Hz}$ とし、ステップ S 2 6 の $f_4(T)$ は A 音を $8 \times (110.0 + 2 \times N)\text{Hz}$ とし、ステップ S 2 7 の $f_5(T)$ は A 音を $16 \times (110.0 + 2 \times N)\text{Hz}$ としている。ここで、N はステップ S 1 6 で設定された X である。

【 0 0 2 3 】

ステップ S 2 3 ～ S 2 7 の実行後、周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ は 1 オクターブ分の帯域データ $F'(T)$ に変換される（ステップ S 2 8）。このステップ S 2 8 も上記のステップ S 1 1 と同様に式 (2) を用いて実行される。帯域データ $F'(T)$ は各音成分を含むことになる。ステップ S 2 3 ～ S 2 8 が成分抽出手段に相当する。

【 0 0 2 4 】

ステップ S 2 8 の実行後、帯域データ $F'(T)$ 中の各音成分のうちの強度レベルが大きいものから 6 音が候補として選択され（ステップ S 2 9）、その 6 音候補から 2 つの和音 M 1, M 2 が作成される（ステップ S 3 0）。候補の 6 音のうちから 1 つの音を根音（ルート）として 3 音からなる和音が作成される。すなわち ${}_6C_3$ 通りの組み合わせの和音が考慮される。各和音を構成する 3 音のレベルが加算され、その加算結果の値が最大となった和音が第 1 和音候補 M 1 とされ、加算結果の値が 2 番目に大きい和音が第 2 和音候補 M 2 とされる。

【 0 0 2 5 】

帯域データ $F'(T)$ の各音成分が図 5 に示すように 12 音に対する強度レベルを示す場合には、ステップ S 2 9 では A, E, C, G, B, D の 6 音が選択される。その 6 音 A, E, C, G, B, D のうちの 3 音から作成される 3 和音は、（

A, C, E)からなる和音A m、(音C, E, G)からなる和音C、(音E, B, G)からなる和音E m、(音G, B, D)からなる和音G、……の如くである。和音A m(音A, C, E)の合計強度レベルは12、和音C(音C, E, G)の合計強度レベルは9、和音E m(音E, B, G)の合計強度レベルは7、和音G(音G, B, D)の合計強度レベルは4である。よって、ステップS30では和音A mの合計強度レベル12が最大となるので、第1和音候補M1として和音A mが設定され、和音Cの合計強度レベル7が2番目に大きいので、第2和音候補M2として和音Cが設定される。

【0026】

また、帯域データF'(T)の各音成分が図6に示すように12音に対する強度レベルを示す場合には、ステップS29ではC, G, A, E, B, Dの6音が選択される。その6音C, G, A, E, B, Dのうちの3音から作成される3和音は、(音C, E, G)からなる和音C、(A, C, E)からなる和音A m、(音E, B, G)からなる和音E m、(音G, B, D)からなる和音G、……の如くである。和音C(音C, E, G)の合計強度レベルは11、和音A m(音A, C, E)の合計強度レベルは10、和音E m(音E, B, G)の合計強度レベルは7、和音G(音G, B, D)の合計強度レベルは6である。よって、ステップS30では和音Cの合計強度レベル11が最大となるので、第1和音候補M1として和音Cが設定され、和音A mの合計強度レベル10が2番目に大きいので、第2和音候補M2として和音A mが設定される。

【0027】

和音を構成する音は3音に限らず、セブンスやディミニッシュセブンス等の4音もある。4音からなる和音に対しては図7に示すように3音からなる2つ以上の和音に分類されたとしている。よって、4音からなる和音に対しても3音からなる和音と同様に、帯域データF'(T)の各音成分の強度レベルに応じて2つの和音候補を設定することができる。

【0028】

ステップS30の実行後、ステップS30において設定された和音候補数があるか否かが判別される(ステップS31)。ステップS30では少なくとも3つ

の音を選択するだけの強度レベルに差がない場合には和音候補が全く設定されないことになるので、ステップ S 3 1 の判別が行われる。和音候補数 > 0 である場合には、更に、その和音候補数が 1 より大であるか否かが判別される（ステップ S 3 2）。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 3 1 において和音候補数 $= 0$ と判別された場合には前回 T - 1（約 0.2 秒前）の本処理において設定された和音候補 M 1, M 2 が今回の和音候補 M 1, M 2 として設定される（ステップ S 3 3）。ステップ S 3 2 において和音候補数 $= 1$ と判別された場合には今回のステップ S 3 0 の実行では第 1 和音候補 M 1 だけが設定されたので、第 2 和音候補 M 2 は第 1 和音候補 M 1 と同一の和音に設定される（ステップ S 3 4）。ステップ S 2 9 ~ S 3 4 が和音候補検出手段に相当する。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 3 2 において和音候補数 > 1 と判別された場合には今回のステップ S 3 0 の実行では第 1 及び第 2 和音候補 M 1, M 2 の両方が設定されたので、時刻、第 1 及び第 2 和音候補 M 1, M 2 が一時記憶メモリ 1 0 に記憶される（ステップ S 3 5）。一時記憶メモリ 1 0 には図 8 に示すように時刻、第 1 和音候補 M 1、第 2 和音候補 M 2 が 1 組となって記憶される。時刻は 0.2 秒毎に増加する T で表される本処理実行回数である。その T の順に第 1 及び第 2 和音候補 M 1, M 2 が記憶される。

【 0 0 3 1 】

具体的には、一時記憶メモリ 1 0 に各和音候補を図 8 に示したように 1 バイトで記憶させるために、基本音（根音）とその属性との組み合わせが用いられる。基本音には平均律の 1 2 音が用いられ、属性にはメジャー { 4, 3 }、マイナー { 3, 4 }、セブンス候補 { 4, 6 } 及びディミニッシュセブンス (dim7) 候補 { 3, 3 } の和音の種類が用いられる。{ } 内は半音を 1 とした場合の 3 音の差である。本来、セブンス候補は { 4, 3, 3 } 及びディミニッシュセブンス (dim7) 候補 { 3, 3, 3 } であるが、3 音で示すために上記のように表示している。

【 0 0 3 2 】

基本音の 1 2 音は図 9 (a)に示すように 1 6 ビット (1 6 進表記) で表され、属性の和音の種類は同様に図 9 (b)に示すように 1 6 ビット (1 6 進表記) で表される。その基本音の下位 4 ビットと属性の下位 4 ビットがその順に連結されて図 9 (c)に示すように 8 ビット (1 バイト) として和音候補として用いられる。

ステップ S 3 5 はステップ S 3 3 又は S 3 4 を実行した場合にもその直後に実行される。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 3 5 の実行後、楽曲が終了したか否かが判別される (ステップ S 3 6)。例えば、入力アナログオーディオ信号の入力がなくなった場合、或いは操作入力装置 4 からの楽曲の終了を示す操作入力があった場合には楽曲が終了したと判断される。これによって本処理が終了する。

楽曲の終了が判断されるまでは変数 T に 1 が加算され (ステップ S 3 7)、ステップ S 2 1 が再度実行される。ステップ S 2 1 は上記したように 0.2 秒間隔で実行され、前回の実行時から 0.2 秒が経過して再度実行される。

【 0 0 3 4 】

後処理においては、図 1 0 に示すように、一時記憶メモリ 1 0 から全ての第 1 及び第 2 和音候補が M 1 (0) ~ M 1 (R) 及び M 2 (0) ~ M 2 (R) として読み出される (ステップ S 4 1)。0 は開始時刻であり、開始時刻の第 1 及び第 2 和音候補が M 1 (0) 及び M 2 (0) である。R は最終時刻であり、最終時刻の第 1 及び第 2 和音候補が M 1 (R) 及び M 2 (R) である。読み出された第 1 和音候補 M 1 (0) ~ M 1 (R) 及び第 2 和音候補 M 2 (0) ~ M 2 (R) について平滑化が行われる (ステップ S 4 2)。この平滑化は和音の変化時点とは関係なく 0.2 秒間隔で和音候補を検出したことにより和音候補に含まれるノイズによる誤差を除去するために行われる。平滑化の具体的方法としては、3 つの連続する第 1 和音候補 M 1 (t-1), M 1 (t), M 1 (t+1) について M 1 (t-1) ≠ M 1 (t) かつ M 1 (t) ≠ M 1 (t+1) の関係が成立するか否かが判別され、その関係が成立する場合には、M 1 (t+1) に M 1 (t) は等しくされる。この判別は第 1 和音候補毎に行われる。第 2 和音候補についても同様の方法により平滑化は行われる。なお、M 1 (t+1) に M 1 (t) を

等しくするのではなく、逆に、 $M1(t+1)$ を $M1(t)$ に等しくしても良い。

【0035】

平滑化後、第1及び第2和音候補の入れ替え処理が行われる（ステップS43）。一般的に0.6秒のような短い期間には和音が変化する可能性は低い。しかしながら、信号入力段の周波数特性及び信号入力時のノイズによって帯域データ $F'(T)$ 中の各音成分の周波数が変動することによって第1及び第2和音候補が0.6秒以内に入れ替わることが起きることがあり、これに対処するためにステップS43は行われる。第1及び第2和音候補が入れ替えの具体的方法としては、5つの連続する第1和音候補 $M1(t-2)$, $M1(t-1)$, $M1(t)$, $M1(t+1)$, $M1(t+2)$ 及びそれに対応する5つの連続する第2和音候補 $M2(t-2)$, $M2(t-1)$, $M2(t)$, $M2(t+1)$, $M2(t+2)$ についての次の如き判別が実行される。すなわち、 $M1(t-2)=M1(t+2)$, $M2(t-2)=M2(t+2)$, $M1(t-1)=M1(t)=M1(t+1)=M2(t-2)$ 及び $M2(t-1)=M2(t)=M2(t+1)=M1(t-2)$ の関係が成立するか否かが判別される。この関係が成立する場合には、 $M1(t-1)=M1(t)=M1(t+1)=M1(t-2)$ 及び $M2(t-1)=M2(t)=M2(t+1)=M2(t-2)$ が定められ、 $M1(t-2)$ と $M2(t-2)$ との間で和音の入れ替えが行われる。なお、 $M1(t-2)$ と $M2(t-2)$ との間で和音の入れ替えに代えて $M1(t+2)$ と $M2(t+2)$ との間で和音の入れ替えを行っても良い。また、 $M1(t-2)=M1(t+1)$, $M2(t-2)=M2(t+1)$, $M1(t-1)=M1(t)=M1(t+1)=M2(t-2)$ 及び $M2(t-1)=M2(t)=M2(t+1)=M1(t-2)$ の関係が成立するか否かが判別される。この関係が成立する場合には、 $M1(t-1)=M1(t)=M1(t-2)$ 及び $M2(t-1)=M2(t)=M2(t-2)$ が定められ、 $M1(t-2)$ と $M2(t-2)$ との間で和音の入れ替えが行われる。なお、 $M1(t-2)$ と $M2(t-2)$ との間で和音の入れ替えに代えて $M1(t+1)$ と $M2(t+1)$ との間で和音の入れ替えを行っても良い。

【0036】

ステップS41において読み出された第1和音候補 $M1(0) \sim M1(R)$ 及び第2和音候補 $M2(0) \sim M2(R)$ の各和音が、例えば、図11に示すように時間経過と共に変化する場合には、ステップS42の平均化を行うことによって図12に示

すように修正される。更に、ステップ S 4 3 の和音の入れ替えを行うことによって第 1 及び第 2 和音候補の和音の変化は図 1 3 に示すように修正される。なお、図 1 1 ～図 1 3 は和音の時間変化を折れ線グラフとして示しており、縦軸は和音の種類に対応した位置となっている。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 4 3 の和音の入れ替え後の第 1 和音候補 M 1 (0) ～ M 1 (R) のうちの和音が変化した時点 t の M 1 (t) 及び第 2 和音候補 M 2 (0) ～ M 2 (R) のうちの和音が変化した時点 t の M 2 (t) が各々検出され（ステップ S 4 4）、その検出された時点 t（4 バイト）及び和音（4 バイト）が第 1 及び第 2 和音候補毎にデータ蓄積装置 9 に記憶される（ステップ S 4 5）。ステップ S 4 5 で記憶される 1 楽曲分のデータが和音進行楽曲データである。かかるステップ S 4 1 ～ S 4 5 が平滑化手段に相当する。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 4 3 の和音の入れ替え後の第 1 和音候補 M 1 (0) ～ M 1 (R) 及び第 2 和音候補 M 2 (0) ～ M 2 (R) の和音が図 1 4 (a) に示すように時間経過と共に変化する場合には、変化時点の時刻と和音とがデータとして抽出される。図 1 4 (b) が第 1 和音候補の変化時点のデータ内容であり、F, G, D, B \flat , F が和音であり、それらは 16 進データとして 0 x 0 8, 0 x 0 A, 0 x 0 5, 0 x 0 1, 0 x 0 8 と表される。変化時点 t の時刻は T 1 (0), T 1 (1), T 1 (2), T 1 (3), T 1 (4) である。また、図 1 4 (c) が第 2 和音候補の変化時点のデータ内容であり、C, B \flat , F \sharp m, B \flat , C が和音であり、それらは 16 進データとして 0 x 0 3, 0 x 0 1, 0 x 2 9, 0 x 0 1, 0 x 0 3 と表される。変化時点 t の時刻は T 2 (0), T 2 (1), T 2 (2), T 2 (3), T 2 (4) である。図 1 4 (b) 及び図 1 4 (c) に示したデータ内容は楽曲の識別情報と共にデータ蓄積装置 9 には、ステップ S 4 5 においては図 1 4 (d) に示すような形式で 1 ファイルとして記憶される。

【 0 0 3 9 】

異なる楽曲音を示すアナログオーディオ信号について上記した和音分析動作を繰り返すことによりデータ蓄積装置 9 には複数の楽曲毎のファイルとして和音進

行楽曲データが蓄積されることになる。また、楽曲入力装置 4 から出力される楽曲音を示すデジタルオーディオ信号について上記した和音分析動作を行うことによりデータ蓄積装置 9 には和音進行楽曲データが蓄積されることになる。なお、データ蓄積装置 8 にはデータ蓄積装置 9 の和音進行楽曲データに対応した PCM 信号からなる楽曲データが蓄積される。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 4 4 において第 1 和音候補のうちの和音が変化した時点の第 1 和音候補及び第 2 和音候補のうちの和音が変化した時点の第 2 和音候補が各々検出され、それが最終的な和音進行楽曲データとなるので、MP 3 のような圧縮データに比べても 1 楽曲当たりの容量を小さくすることができ、また、各楽曲のデータを高速処理することができる。

【 0 0 4 1 】

また、データ蓄積装置 9 に書き込まれた和音進行楽曲データは、実際の楽曲と時間的に同期した和音データとなるので、第 1 和音候補のみ、或いは第 1 和音候補と第 2 和音候補との論理和出力を用いて実際に和音を楽曲再生装置 1 3 によって生成すれば、楽曲の伴奏が可能となる。

上記した実施例においては、ライン入力装置 2 に入力されたアナログオーディオ信号を和音進行楽曲データに変換する場合について説明したが、楽曲入力装置 3 から出力されるデジタルオーディオ信号或いはマイク入力装置 1 に入力される演奏音を和音進行楽曲データに変換する場合についても上記の実施例の場合と同様である。また、デジタルオーディオ信号は PCM 信号に限らず、MP 3 のような圧縮されたファイルに応じた信号でも良い。圧縮ファイルの復号化に際して平均律周波数幅を満たす周波数分解能を有する周波数領域の情報が得られるならば、フーリエ変換等の周波数変換を省略することができる。

【 0 0 4 2 】

次に、マイク入力装置 2 に入力される楽曲音に対応する和音進行楽曲データを検索対象のデータとしてデータ蓄積装置 9 を検索する楽曲検索動作について説明する。楽曲検索動作は入力楽曲音に応じて検索対象の和音進行楽曲データを作成するデータ入力処理と、その検索対象の和音進行楽曲データの楽曲をデータ蓄積

装置 9 に蓄積された和音進行楽曲データに応じて検索してその楽曲音を再生する検索再生処理とからなる。データ入力処理は和音解析装置 7 によって実行され、検束再生処理は和音進行比較装置 1 1 及び楽曲再生装置 1 3 によって実行される。

【 0 0 4 3 】

楽曲検索動作のデータ入力処理においては、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、マイク入力装置 1 の出力とアナログディジタル変換装置 6 とが入力切替スイッチ 5 によって接続され（ステップ S 5 1）、マイク入力装置 2 から出力されるアナログオーディオ信号が入力切替スイッチ 5 を介してアナログディジタル変換装置 6 へ供給される。アナログディジタル変換装置 6 はアナログオーディオ信号をディジタルオーディオ信号に変換して和音解析装置 7 に供給する。このステップ S 5 1 は、ライン入力装置 2 からのオーディオ信号をアナログディジタル変換装置 6 に供給する場合には必要ない。

【 0 0 4 4 】

和音候補総数 h が 0 に設定され（ステップ S 5 2）、周波数誤差検出動作が実行される（ステップ S 5 3）。周波数誤差検出動作は上記したステップ S 1 ～ S 1 6 の動作である。

周波数誤差検出動作後、入力ディジタル信号に対してフーリエ変換によって周波数変換を 0.2 秒間隔で行うことによって周波数情報 $f(T)$ が得られる（ステップ S 5 4）。そして、今回の $f(T)$ 、前回の $f(T-1)$ 及び前々回の $f(T-2)$ を用いて移動平均処理が行われる（ステップ S 5 5）。そして、移動平均処理後の周波数情報 $f(T)$ から周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ が各々抽出される（ステップ S 5 6 ～ S 6 0）。その周波数成分 $f_1(T) \sim f_5(T)$ は 1 オクターブ分の帯域データ $F'(T)$ に変換される（ステップ S 6 1）。帯域データ $F'(T)$ 中の各音成分のうちの強度レベルが大きいものから 6 音が候補として選択され（ステップ S 6 2）、その 6 音候補から 2 つの和音 M_1 、 M_2 が作成される（ステップ S 6 3）。ステップ S 6 3 において設定された和音候補数があるか否かが判別される（ステップ S 6 4）。和音候補数 > 0 である場合には、更に、その和音候補数が 1 より大であるか否かが判別される（ステップ S 6 5）。ステップ S 6 4

において和音候補数 = 0 と判別された場合には前回 $T - 1$ (約 0.2 秒前) において設定された和音候補 $M 1$, $M 2$ が今回の和音候補 $M 1$, $M 2$ として設定される (ステップ $S 6 6$)。

【 0 0 4 5 】

ステップ $S 6 5$ において和音候補数 = 1 と判別された場合には今回のステップ $S 6 3$ の実行では第 1 和音候補 $M 1$ だけが設定されたので、第 2 和音候補 $M 2$ は第 1 和音候補 $M 1$ と同一の和音に設定される (ステップ $S 6 7$)。ステップ $S 6 5$ において和音候補数 > 1 と判別された場合には時刻、第 1 及び第 2 和音候補 $M 1$, $M 2$ が一時記憶メモリ 10 に記憶される (ステップ $S 6 8$)。

【 0 0 4 6 】

ステップ $S 6 8$ はステップ $S 6 6$ 又は $S 6 7$ を実行した場合にもその直後に実行される。

ステップ $S 5 4 \sim S 6 8$ は和音解析動作の本処理のステップ $S 2 1 \sim S 3 5$ と同一である。

ステップ $S 6 8$ の実行後、和音候補総数 h が所定数 H より大であるか否かが判別される (ステップ $S 6 9$)。所定数 H は楽曲を検索するために必要な和音数である。 $h \leq H$ の場合には第 1 和音候補 $M 1$ が変化したか否かが判別される (ステップ $S 7 0$)。すなわち、前回の第 1 和音候補 $M 1 (t-1)$ と今回の第 1 和音候補 $M 1 (t)$ とが異なるか否かが判別される。 $M 1 (t-1) = M 1 (t)$ であるならば、同一の和音であるので、変数 T に 1 が加算され (ステップ $S 7 1$)、ステップ $S 5 4$ が再度実行される。ステップ $S 5 4$ は上記したように 0.2 秒間隔で実行され、前回の実行時から 0.2 秒が経過して再度実行される。 $M 1 (t-1) \neq M 1 (t)$ であるならば、和音が変化したので、和音候補総数 h に 1 が加算され (ステップ $S 7 2$)、その後、ステップ $S 7 1$ が実行される。

【 0 0 4 7 】

ステップ $S 6 9$ において $h > H$ であると判別された場合には、和音解析動作の後処理が実行される (ステップ $S 7 3$)。このステップ $S 7 3$ は図 10 に示したステップ $S 4 1 \sim S 4 5$ と同一の動作である。ステップ $S 5 1 \sim S 7 3$ がデータ入力処理である。この結果、検索対象の和音進行楽曲データが作成される。この

検索対象の和音進行楽曲データは所定数Hの和音を含んでおり、楽曲全てのデータではない。

【 0 0 4 8 】

かかるデータ入力処理が検索対象データ生成手段に相当する。

データ入力処理後、楽曲検索動作の検索再生処理が行われる。検索再生処理においては、図 1 7 に示すように、入力楽曲音のオーディオ信号についての第 1 和音候補 $M1(0) \sim M1(a-1)$ 及び第 2 和音候補 $M2(0) \sim M2(b-1)$ が蓄積手段であるデータ蓄積装置 9 から読み出される (ステップ S 8 1)。a は第 1 和音候補の総数であり、b は第 2 和音候補の総数である。読み出された第 1 和音候補 $M1(0) \sim M1(a-1)$ に対して第 1 和音差分値 $MR1(0) \sim MR1(a-2)$ が計算される (ステップ S 8 2)。第 1 和音差分値は、 $MR1(0) = M1(1) - M1(0)$, $MR1(1) = M1(2) - M1(1)$, ..., $MR1(a-2) = M1(a-1) - M1(a-2)$ の如く計算される。この計算では第 1 和音差分値 $MR1(0) \sim MR1(a-2)$ 各々が 0 より小であるか否かを判別し、0 より小の第 1 和音差分値には 1 2 を加算することが行われる。また、第 1 和音差分値 $MR1(0) \sim MR1(a-2)$ 各々には和音変化後の和音属性 $MA1(0) \sim MA1(a-2)$ が付加される。読み出された第 2 和音候補 $M2(0) \sim M2(b-1)$ に対しても第 2 和音差分値 $MR2(0) \sim MR2(b-2)$ が計算される (ステップ S 8 3)。第 2 和音差分値は、 $MR2(0) = M2(1) - M2(0)$, $MR2(1) = M2(2) - M2(1)$, ..., $MR2(b-2) = M2(b-1) - M2(b-2)$ の如く計算される。この計算においても第 2 和音差分値 $MR2(0) \sim MR2(b-2)$ 各々が 0 より小であるか否かを判別し、0 より小の第 2 和音差分値には 1 2 を加算することが行われる。また、第 2 和音差分値 $MR2(0) \sim MR2(b-2)$ 各々には和音変化後の和音属性 $MA2(0) \sim MA2(b-2)$ が付加される。なお、和音属性 $MA1(0) \sim MA1(a-2)$, $MA2(0) \sim MA2(b-2)$ には図 9 (b) に示した数値が用いられる。

【 0 0 4 9 】

図 1 8 はステップ S 8 2 及び S 8 3 の動作例を説明している。すなわち、和音候補が Am 7, Dm, C, F, Em, F, Bb # の列である場合に、和音差分値は 5, 10, 5, 11, 1, 5 となり、和音変化後の和音属性は 0 x 0 2, 0 x 0 0, 0 x 0 0, 0 x 0 2, 0 x 0 0, 0 x 0 0 となる。なお、和音変化後の和

音属性がセブンスの場合にはそれに代えてメジャーとしている。セブンスを用いてもその比較演算結果への影響が小さいので、演算量を削減するためである。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 8 3 の実行後、データ蓄積装置 9 に和音進行楽曲データとして蓄積されている楽曲の総楽曲数が Z として取得され（ステップ S 8 4）、カウンタ値 C が 0 に初期化される（ステップ S 8 5）。

データ蓄積装置 9 から C 番目の和音進行楽曲データの第 1 和音候補が $U 1 (0) \sim U 1 (ua-1)$ として、第 2 和音候補が $U 2 (0) \sim U 2 (ub-1)$ として各々読み出される（ステップ S 8 6）。 ua は C 番目の和音進行楽曲データの第 1 和音候補の総数、 ub は C 番目の和音進行楽曲データの第 2 和音候補の総数である。

【 0 0 5 1 】

読み出された第 1 和音候補 $U 1 (0) \sim U 1 (ua-1)$ に対して第 1 和音差分値 $U R 1 (0) \sim U R 1 (ua-2)$ が計算される（ステップ S 8 7）。ステップ S 8 7 の第 1 和音差分値は、 $U R 1 (0) = U 1 (1) - U 1 (0)$, $U R 1 (1) = U 1 (2) - U 1 (1)$, \dots , $U R 1 (ua-2) = U 1 (ua-1) - U 1 (ua-2)$ の如く計算される。この計算では第 1 和音差分値 $U R 1 (0) \sim U R 1 (ua-2)$ 各々が 0 より小であるか否かを判別し、0 より小の第 1 和音差分値には 1 2 を加算することが行われる。また、第 1 和音差分値 $U R 1 (0) \sim U R 1 (ua-2)$ 各々には和音変化後の和音属性 $U A 1 (0) \sim U A 1 (ua-2)$ が付加される。読み出された第 2 和音候補 $U 2 (0) \sim U 2 (ub-1)$ に対しても第 2 和音差分値 $U R 2 (0) \sim U R 2 (ub-2)$ が計算される（ステップ S 8 8）。第 2 和音差分値は、 $U R 2 (0) = U 2 (1) - U 2 (0)$, $U R 2 (1) = U 2 (2) - U 2 (1)$, \dots , $U R 2 (ub-2) = U 2 (ub-1) - U 2 (ub-2)$ の如く計算される。この計算においても第 2 和音差分値 $U R 2 (0) \sim U R 2 (ub-2)$ 各々が 0 より小であるか否かを判別し、0 より小の第 2 和音差分値には 1 2 を加算することが行われる。また、第 2 和音差分値 $U R 2 (0) \sim U R 2 (ub-2)$ 各々には和音変化後の和音属性 $U A 2 (0) \sim U A 2 (ub-2)$ が付加される。

【 0 0 5 2 】

入力楽曲音についてのステップ S 8 2 にて得られた第 1 和音差分値 $M R 1 (0) \sim M R 1 (a-2)$ 及び和音属性 $M A 1 (0) \sim M A 1 (a-2)$ 並びにステップ S 8 3 にて

得られた第 2 和音差分値 $MR 2 (0) \sim MR 2 (b-2)$ 及び和音属性 $MA 2 (0) \sim MA 2 (b-2)$ と、ステップ S 8 7 にて得られた蓄積された C 番目の和音進行楽曲データについての第 1 和音差分値 $UR 1 (0) \sim UR 1 (ua-2)$ 及び和音属性 $UA 1 (0) \sim UA 1 (ua-2)$ とに応じて相互相関演算が行われる (ステップ S 8 9)。相互相関演算では相関係数 $COR(t)$ が次式 (3) の如く算出される。相関係数 $COR(t)$ が小さいほど類似性が高いことを示す。

$$COR(t) = \Sigma 10(|UR 1 (t+n) - MR 1 (n')| + |UA 1 (t+n) - MA 1 (n')| + |WU 1 (t+n+1) / WU 1 (t+n) - WM 1 (n'+1) / WM 1 (n')|) + \Sigma 10(|UR 1 (t+m) - MR 2 (m')| + |UA 1 (t+m) - MA 2 (m')| + |WU 1 (t+m+1) / WU 1 (t+m) - WM 2 (m'+1) / WM 2 (m')|) \dots\dots (3)$$

ただし、 $WU 1 ()$ 、 $WM 1 ()$ 、 $WM 2 ()$ は各和音が維持される時間幅、 $t = 0 \sim ua - 2$ 、 Σ 演算は $n = 0 \sim a - 2$ 及び $n' = 0 \sim a - 2$ 、 $m = 0 \sim b - 2$ 及び $m' = 0 \sim b - 2$ である。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 8 9 の相関係数 $COR(t)$ は t が $0 \sim ua - 2$ の範囲で各々算出される。また、ステップ S 8 9 の相関係数 $COR(t)$ の演算では飛び越し処理が行われる。飛び越し処理においては、 $(UR 1 (t+n+n1) - MR 1 (n'+n2))$ の最小値が検出される。 $n1$ 及び $n2$ 各々は $0 \sim 2$ までのいずれかの整数である。すなわち、 $n1$ 及び $n2$ 各々を $0 \sim 2$ までの範囲で変化させて $(UR 1 (t+n+n1) - MR 1 (n'+n2))$ の最小値となるときの $n + n1$ が新たな n に、 $n' + n2$ が新たな n' とされる。また、 $(UR 1 (t+m+m1) - MR 2 (m'+m2))$ の最小値が検出される。 $m1$ 及び $m2$ 各々は $0 \sim 2$ までのいずれかの整数である。すなわち、 $m1$ 及び $m2$ 各々を $0 \sim 2$ までの範囲で変化させて $(UR 1 (t+m+m1) - MR 2 (m'+m2))$ の最小値となるときの $m + m1$ が新たな m に、 $m' + m2$ が新たな m' とされる。その後、式 (3) に応じて相関係数 $COR(t)$ が算出される。

【 0 0 5 4 】

更に、各時点の和音から変化後の和音が検索対象の和音進行楽曲データ及び C 番目の和音進行楽曲データが C 及び $A m$ のいずれであっても、或いは $C m$ 及び E

b のいずれであっても同一とみなす。すなわち、変化後の和音が関係調の和音であれば、上記の式の $|UR\ 1\ (t+n) - MR\ 1\ (n')| + |UA\ 1\ (t+n) - MA\ 1\ (n')| = 0$ 或いは $|UR\ 1\ (t+m) - MR\ 2\ (m')| + |UA\ 1\ (t+m) - MA\ 2\ (m')| = 0$ である。
 例えば、和音 F から一方のデータが 7 度差でメジャーに変化し、他方のデータが 4 度差でマイナーに変化した場合には同一とし、また和音 F から一方のデータが 7 度差でマイナーに変化し、他方のデータが 10 度差でメジャーに変化した場合にも同一として処理される。

【 0 0 5 5 】

図 19 (a) は C 番目の和音進行楽曲データと検索対象の和音進行楽曲データとの関係を示している。検索対象の和音進行楽曲データは t の進行に従って C 番目の和音進行楽曲データとの比較部分が変化する。図 19 (b) は相関係数 $COR(t)$ の変化を示している。

図 19 (c) は C 番目の和音進行楽曲データと検索対象の和音進行楽曲データとの相互相関演算における、各和音が維持される時間幅 $WU(1) \sim WU(5)$ 、飛び越し処理部分及び関係調の部分を示している。C 番目の和音進行楽曲データと検索対象の和音進行楽曲データとの間の矢印線は同一和音を示している。その矢印線のうちの同一時間になく傾いた矢印線で結ばれた和音は、飛び越し処理で検出された和音である。また、矢印線が波線になっているものは関係調の和音である。

【 0 0 5 6 】

算出された相関係数 $COR(0) \sim COR(ua-2)$ のうちから最小値が $MIN[COR(t)]$ として検出され、それがそのまま $COR_MIN(C)$ としてされる (ステップ S90)。

更に、ステップ S82 にて得られた第 1 和音差分値 $MR\ 1\ (0) \sim MR\ 1\ (a-2)$ 及び和音属性 $MA\ 1\ (0) \sim MA\ 1\ (a-2)$ 並びにステップ S83 にて得られた第 2 和音差分値 $MR\ 2\ (0) \sim MR\ 2\ (b-2)$ 及び和音属性 $MA\ 2\ (0) \sim MA\ 2\ (b-2)$ と、ステップ S88 にて得られた蓄積された C 番目の和音進行楽曲データについての第 1 和音差分値 $UR\ 2\ (0) \sim UR\ 2\ (ub-2)$ 及び和音属性 $UA\ 2\ (0) \sim UA\ 2\ (ub-2)$ とに応じて相互相関演算が行われる (ステップ S91)。この相互相関演算では相関係数 $COR(t)$ が次式 (4) の如く算出される。

$$\begin{aligned}
 \text{COR}(t) = & \Sigma 10(|\text{UR} 2(t+n) - \text{MR} 1(n')| + |\text{UA} 2(t+n) - \text{MA} 1(n')| \\
 & + |\text{WU} 2(t+n+1)/\text{WU} 2(t+n) - \text{WM} 1(n'+1)/\text{WM} 1(n')|) \\
 & + \Sigma 10(|\text{UR} 2(t+m) - \text{MR} 2(m')| + |\text{UA} 2(t+m) - \text{MA} 2(m')| \\
 & + |\text{WU} 2(t+m+1)/\text{WU} 2(t+m) - \text{WM} 2(m'+1)/\text{WM} 2(m')|) \dots\dots (4)
 \end{aligned}$$

ただし、 $\text{WU} 2()$ 、 $\text{WM} 1()$ 、 $\text{WM} 2()$ は各和音が維持される時間幅、 $t = 0 \sim ub - 2$ 、 Σ 演算は $n = 0 \sim a - 2$ 及び $n' = 0 \sim a - 2$ 、 $m = 0 \sim b - 2$ 及び $m' = 0 \sim b - 2$ である。

【 0 0 5 7 】

ステップS 9 1の相関係数 $\text{COR}(t)$ は t が $0 \sim ub - 2$ の間で変化する範囲で各々算出される。また、ステップS 9 1の相関係数 $\text{COR}(t)$ の演算では、先ず $(\text{UR} 2(t+n+n_1) - \text{MR} 1(n'+n_2))$ の最小値が検出される。 n_1 及び n_2 各々は $0 \sim 2$ までのいずれかの整数である。すなわち、 n_1 及び n_2 各々を $0 \sim 2$ までの範囲で変化させて $(\text{UR} 2(t+n+n_1) - \text{MR} 1(n'+n_2))$ の最小値となるときの $n + n_1$ が新たな n に、 $n' + n_2$ が新たな n' とされる。また、 $(\text{UR} 2(t+m+m_1) - \text{MR} 2(m'+m_2))$ の最小値が検出される。 m_1 及び m_2 各々は $0 \sim 2$ までのいずれかの整数である。すなわち、 m_1 及び m_2 各々を $0 \sim 2$ までの範囲で変化させて $(\text{UR} 2(t+m+m_1) - \text{MR} 2(m'+m_2))$ の最小値となるときの $m + m_1$ が新たな m に、 $m' + m_2$ が新たな m' とされる。その後、式(4)に応じて相関係数 $\text{COR}(t)$ が算出される。

【 0 0 5 8 】

更に、各時点の和音から変化後の和音が検索対象の和音進行楽曲データ及びC番目の和音進行楽曲データがC及びAmのいずれであっても、或いはCm及びEbのいずれであっても同一とみなす。すなわち、変化後の和音が関係調の和音であれば、上記の式の $|\text{UR} 2(t+n) - \text{MR} 1(n')| + |\text{UA} 2(t+n) - \text{MA} 1(n')| = 0$ 或いは $|\text{UR} 2(t+m) - \text{MR} 2(m')| + |\text{UA} 2(t+m) - \text{MA} 2(m')| = 0$ である。

【 0 0 5 9 】

算出された相関係数 $\text{COR}(0) \sim \text{COR}(ub-2)$ のうちから最小値が $\text{MIN}[\text{COR}(t)]$ として検出され、それが $\text{COR_MIN}(C)$ に加算される(ステップS 9 2)。

ステップ S 9 2 の実行後、カウンタ値 C に 1 が加算され（ステップ S 9 3）、そのカウンタ値 C がステップ S 8 4 の Z - 1 より大であるか否かが判別される（ステップ S 9 4）。 $C \leq Z - 1$ であるならば、データ蓄積装置 9 に和音進行楽曲データとして蓄積されている全ての楽曲に対して相関係数 $COR(t)$ が算出されていない。よって、ステップ S 8 6 に戻って上記のステップ S 8 6 ~ S 9 4 の動作が繰り返される。

【 0 0 6 0 】

$C > Z - 1$ であるならば、全ての楽曲各々の相関係数最小値 $COR_MIN(0) \sim COR_MIN(Z-1)$ を小さい順に楽曲名、ファイル名等の楽曲情報を結果表示装置 1 2 にリスト表示させる（ステップ S 9 5）。また、そのリストの第 1 番目の楽曲の楽曲データがデータ蓄積装置 8 から読み出されて楽曲再生装置 1 3 に供給される（ステップ S 9 6）。これにより、楽曲再生装置 1 3 は供給された楽曲データを順次再生し、それがデジタル信号としてデジタル／アナログ変換装置 1 4 に供給される。デジタル／アナログ変換装置 1 4 においてアナログオーディオ信号に変換された後、スピーカ 1 5 から再生音が出力されることになる。この再生音は検索対象の和音進行楽曲データの楽曲音として可能性が最も高い楽曲音である。

【 0 0 6 1 】

上記の検索再生処理のステップ S 8 1 ~ S 9 4 が類似度（相関係数 $COR(t)$ ）を算出する比較手段に相当し、ステップ S 9 5 及び S 9 6 は検索出力を生成する出力手段に相当する。

かかる楽曲検索動作においては、検索対象の和音進行楽曲データと蓄積された複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量（差分値）と変化後の和音の属性とについて比較するので、原曲に対して転調や編曲されたカバー曲や BGM 曲のような楽曲を正確に検索することができる。

【 0 0 6 2 】

また、テレビドラマやコマーシャルに用いられる楽曲のタイトルや歌手名が分からない場合には、上記の楽曲検索動作によって所望の楽曲についてのタイトルや歌手名等の楽曲情報を容易に入手することができる。

更に、検索対象の和音進行楽曲データと蓄積された複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とに加えて和音変化前後の和音の時間的長さの比について比較することにより、所望の楽曲をより正確に検索することができる。これは、楽曲全体の速度が編曲等によって変わっても全体的な各和音の時間的長さの比率に変化はなく、同一楽曲であれば互いに一致することに基づいている。

【 0 0 6 3 】

また、上記した飛び越し処理及び関係調処理は、和音の変化前後の差分値の演算の際に入力楽曲音がアナログ信号である場合における外部雑音や入力装置の周波数特性の影響を排除するため、或いは入力楽曲音がデータ蓄積装置 9 に蓄積されている楽曲と編曲が異なるものであった場合にデータ蓄積装置 9 に蓄積されている楽曲と曲調がほぼ一致するものであっても和音進行データの和音の位置や属性が完全に一致しないことが起きるので、それを防止するために行われる。すなわち、一時的に和音進行が異なっても一定時間幅内で和音進行の傾向が類似していることを検出することができるので、比較する楽曲の編曲が互いに異なっているとしても同一楽曲であるか否かを正確に判別することができる。更に、飛び越し処理及び関係調処理を施すことによってその施した部分以外の相互相関演算においても正確な類似度を求めることができる。

【 0 0 6 4 】

なお、上記した実施例においては、データベースを形成するデータ蓄積装置 8、9 が入力装置 1 ～ 4、和音解析装置 7、和音進行比較装置 11 及び表示装置 12 等の装置と同一の位置に設けられているが、データ蓄積装置 8、9 及び和音進行比較装置 11 はそれ以外の装置とは異なる位置にサーバとして設けられてネットワークで入力装置 1 ～ 4、和音解析装置 7 及び表示装置 12 等の装置を含むクライアントと接続されるようにしても良い。この場合に、和音進行楽曲データは 1 楽曲当たり例えば、5 K バイトのように比較的小さいデータであるので、低速のネットワーク回線を利用してもクライアント側で入力された楽曲音に対してサーバ側で楽曲検索し、その検索結果をクライアント側で直ちに表示することができる。また、そのサーバはクライアント側で入力された楽曲の一部に対応する

楽曲部分だけの楽曲データをデータ蓄積装置 8 から読み出してクライアントに送信することによりクライアントでは検索結果をより早急に得ることができる。

【0065】

また、入力される検索対象の楽曲を示すオーディオ信号はビデオ信号を含んだ信号でも良い。データ蓄積装置 8 には楽曲データだけでなくそのビデオ信号をデジタル化したデータも記憶され、検索結果の楽曲の再生音と共に対応する映像が表示されるようにしても良い。

図 20 は本発明の他の実施例を示している。図 20 の楽曲処理システムにおいては、図 1 のシステム中の和音解析装置 7、一時記憶メモリ 10 及び和音進行比較装置 11 がコンピュータ 21 によって形成されている。コンピュータ 21 は記憶装置 22 に記憶されたプログラムに応じて上記の和音解析動作及び楽曲検索動作を実行する。記憶装置 22 はハードディスクドライブに限らず、記録媒体のドライブ装置でも良い。その記録媒体のドライブ装置の場合には記録媒体に和音進行楽曲データを書き込むようにしても良い。

【0066】

以上のように、本発明によれば、和音進行楽曲データを複数の楽曲分蓄積した蓄積手段と、検索対象の和音進行楽曲データを生成する検索対象データ生成手段と、検索対象の和音進行楽曲データとその複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とについて比較して複数の楽曲毎の類似度を算出する比較手段と、その類似度の算出結果に応じた検索出力を生成する出力手段とを備えたことにより、複数の楽曲の中から所望の楽曲に対応した楽曲について簡単な構成で正確に検索することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を適用した楽曲処理システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】

周波数誤差検出動作を示すフローチャートである。

【図 3】

A 音を 1.0 とした場合の 12 音及び 1 オクターブ高い A 音各々の周波数比を

示す図である。

【図 4】

和音解析動作の本処理を示すフローチャートである。

【図 5】

帯域データの各音成分の強度レベル例を示す図である。

【図 6】

帯域データの各音成分の強度レベル例を示す図である。

【図 7】

4 音からなる和音に対する 3 音からなる和音への変換を示す図である。

【図 8】

一時記憶メモリへの記録フォーマットを示す図である。

【図 9】

基本音及び和音の属性の表記方法、並びに和音候補の表記方法を示す図である。

【図 1 0】

和音解析動作の後処理を示すフローチャートである。

【図 1 1】

平滑化処理前の第 1 及び第 2 和音候補の時間変化を示す図である。

【図 1 2】

平滑化処理後の第 1 及び第 2 和音候補の時間変化を示す図である。

【図 1 3】

入れ替え処理後の第 1 及び第 2 和音候補の時間変化を示す図である。

【図 1 4】

和音進行楽曲データの作成方法及びそのフォーマットを示す図である。

【図 1 5】

楽曲検索動作のデータ入力処理を示すフローチャートである。

【図 1 6】

図 1 5 のデータ入力処理の続き部分を示すフローチャートである。

【図 1 7】

楽曲検索動作の検索再生処理を示すフローチャートである。

【図 1 8】

和音変化の和音差分値及び変化後の属性の例を示す図である。

【図 1 9】

C 番目の和音進行楽曲データと検索対象の和音進行楽曲データとの関係、相関係数 $COR(t)$ の変化、並びに各和音が維持される時間幅、飛び越し処理部分及び関係調の部分を示している。

【図 2 0】

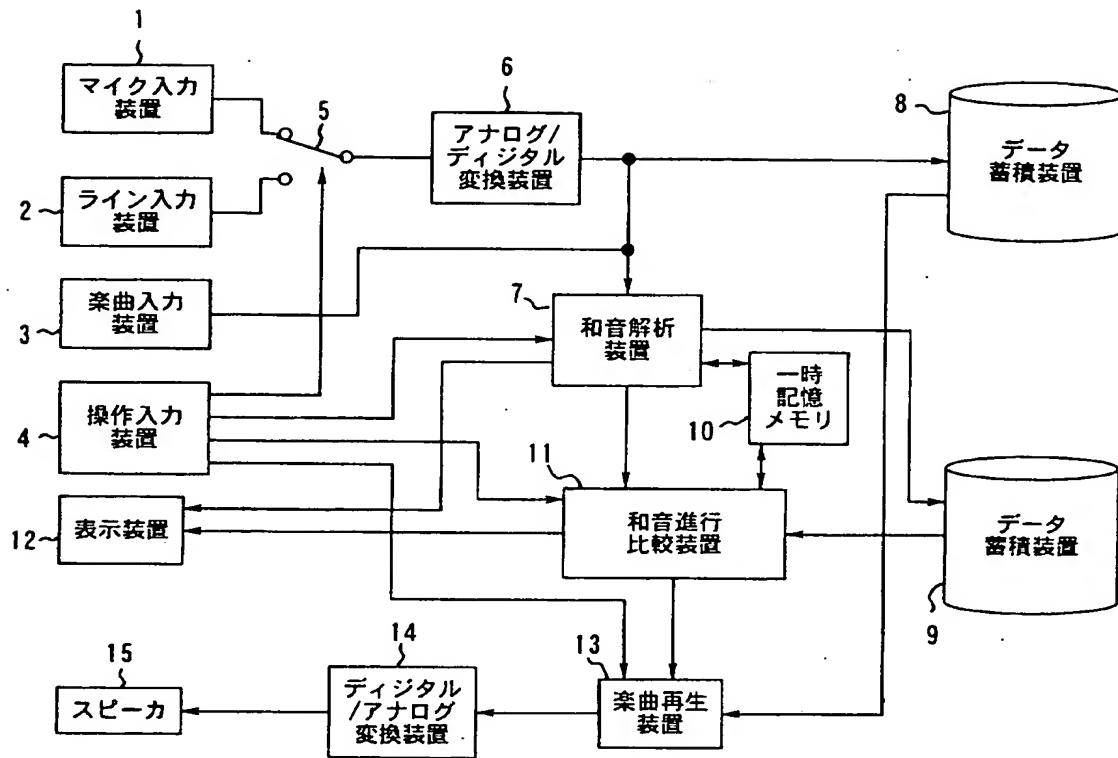
本発明の他の実施例として楽曲処理システムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

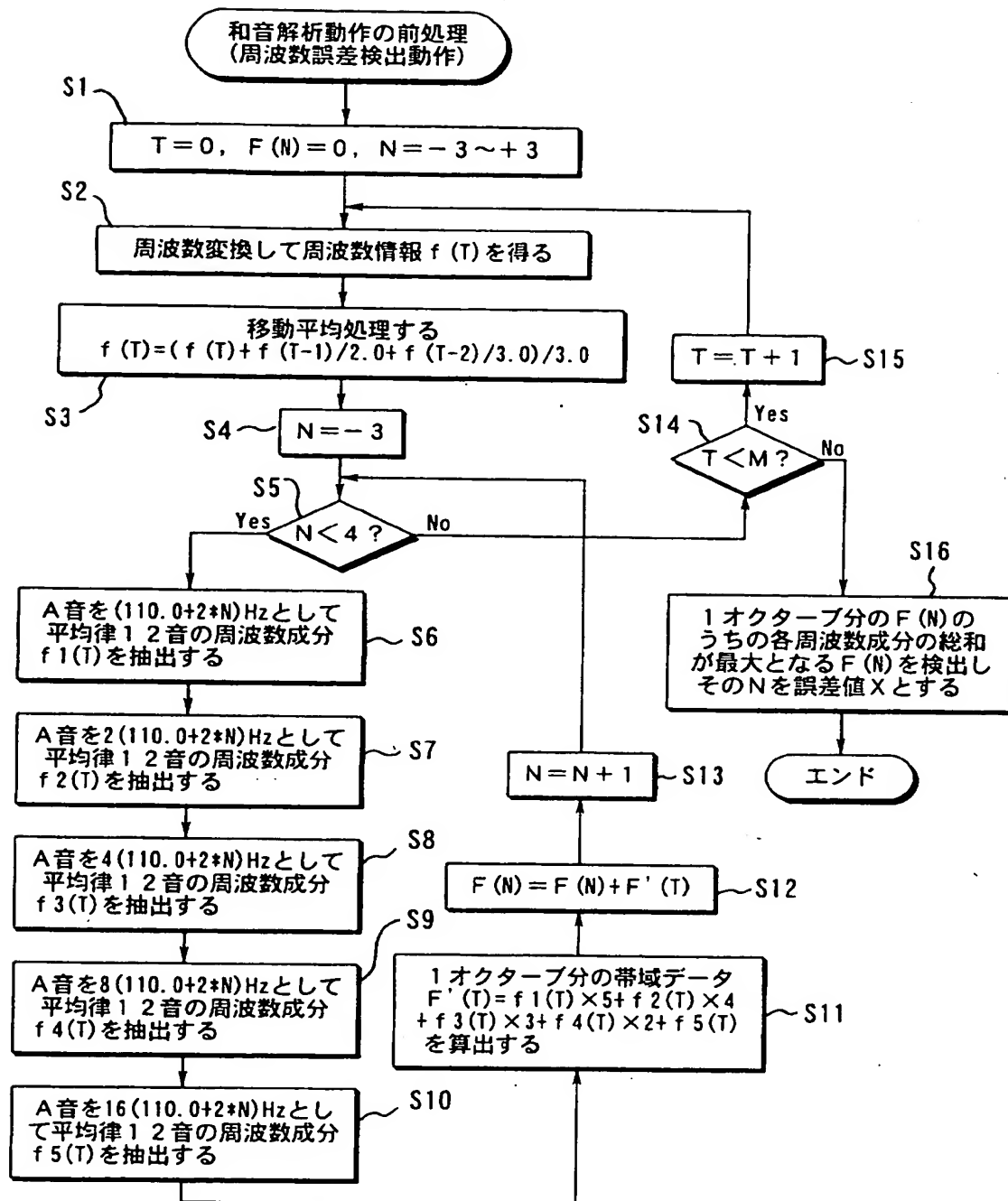
- 6 アナログ／デジタル変換装置
- 7 和音解析装置
- 8, 9 データ蓄積装置
- 11 和音進行比較装置
- 13 楽曲再生装置
- 14 デジタル／アナログ変換装置
- 21 コンピュータ

【書類名】 図面

【図 1】



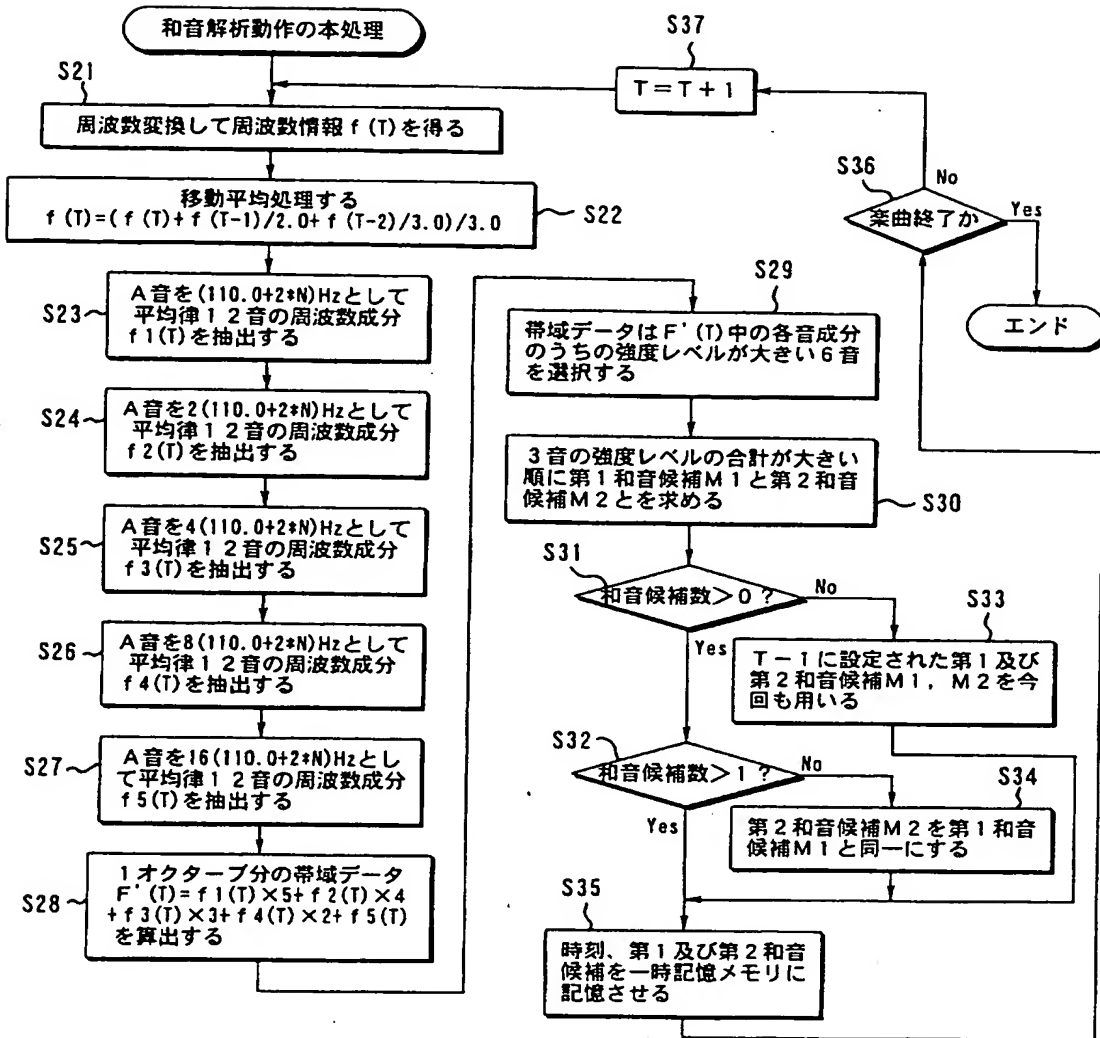
【図 2】



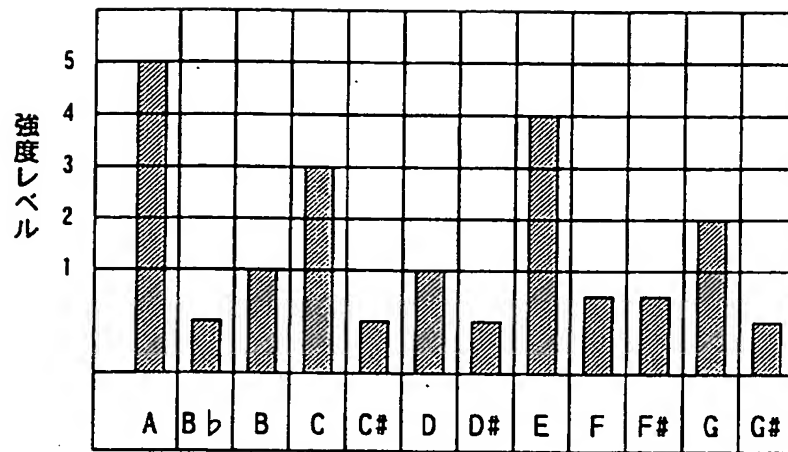
【図 3】

A	1.0
A #	AX1.059163
B	AX1.124622
C	AX1.189207
C #	AX1.259921
D	AX1.334840
D #	AX1.414214
E	AX1.498307
F	AX1.587401
F #	AX1.681793
G	AX1.781797
G #	AX1.887749
A	AX2.0

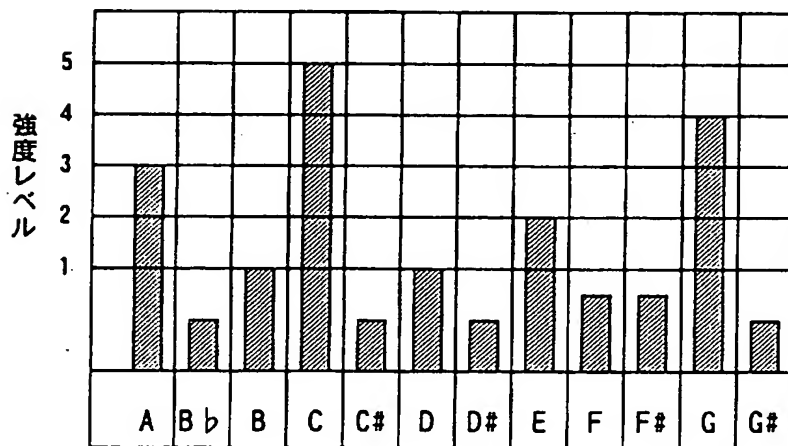
【図 4】



【図 5】



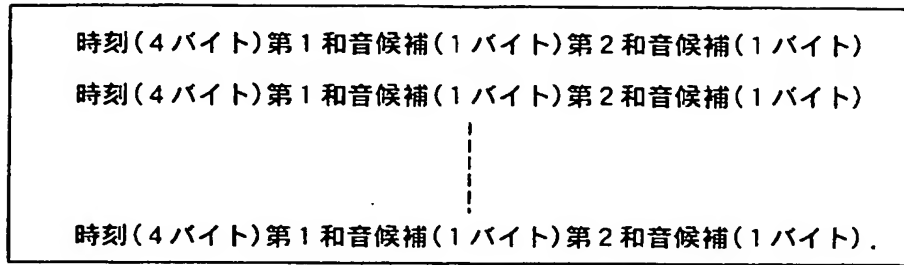
【図 6】



【図 7】

$$\begin{aligned}
 & A+C+E+G(Am7) \\
 & \rightarrow A+C+E(Am) \mid C+E+G(C) \\
 & A+C+E_b + F\#(Adim7) \\
 & \rightarrow A+C+E_b (Adim7候補) \mid C+E_b + F\#(Cdim7候補) \\
 & A+C\#+E+G(A7) \\
 & \rightarrow A+C\#+E(A) \mid A+C\#+G(A7候補) \mid C\#+E+G(C\#dim7候補) \\
 & A+C+E+G+B(Am7.9) \\
 & \rightarrow A+C+E(Am) \mid C+E+G(C) \mid E+G+B(Em)
 \end{aligned}$$

【図 8】



【図 9】

(a)

基本音	
A	0 x 0 0
A #	0 x 0 1
B	0 x 0 2
C	0 x 0 3
C #	0 x 0 4
D	0 x 0 5
D #	0 x 0 6
E	0 x 0 7
F	0 x 0 8
F #	0 x 0 9
G	0 x 0 A
G #	0 x 0 B

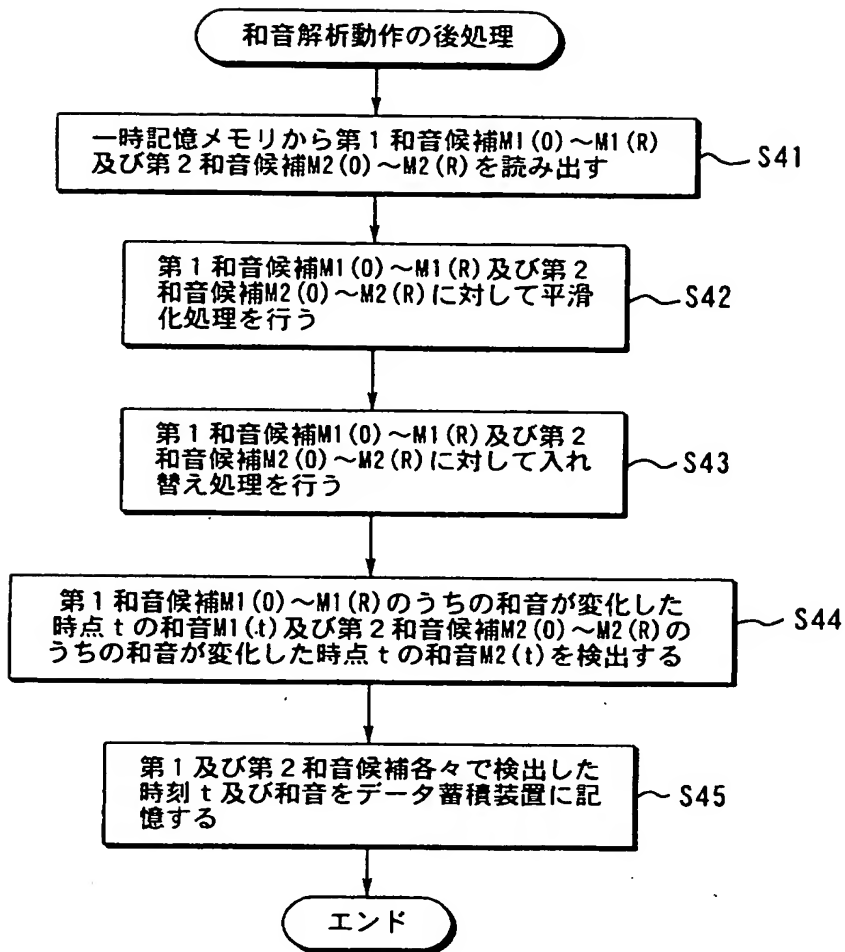
(b)

属性	
メジャー	0 x 0 0
マイナー	0 x 0 2
セブンス候補	0 x 0 1
D i m 7 候補	0 x 0 3

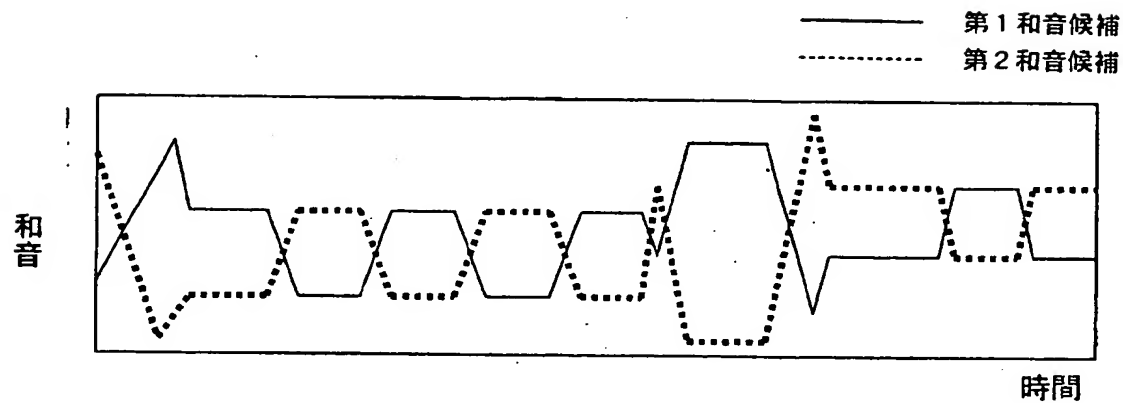
(c)

属性(下位 4 ビット)+基本音(下位 4 ビット)

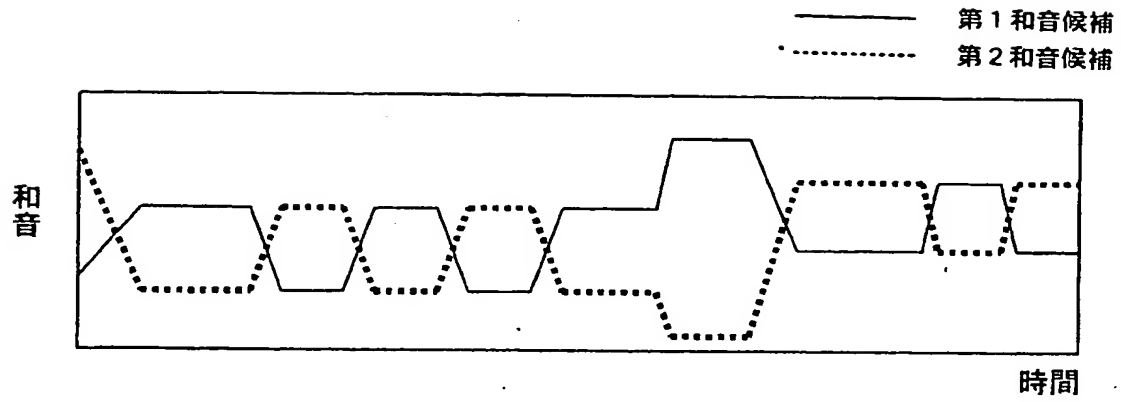
【図 1 0】



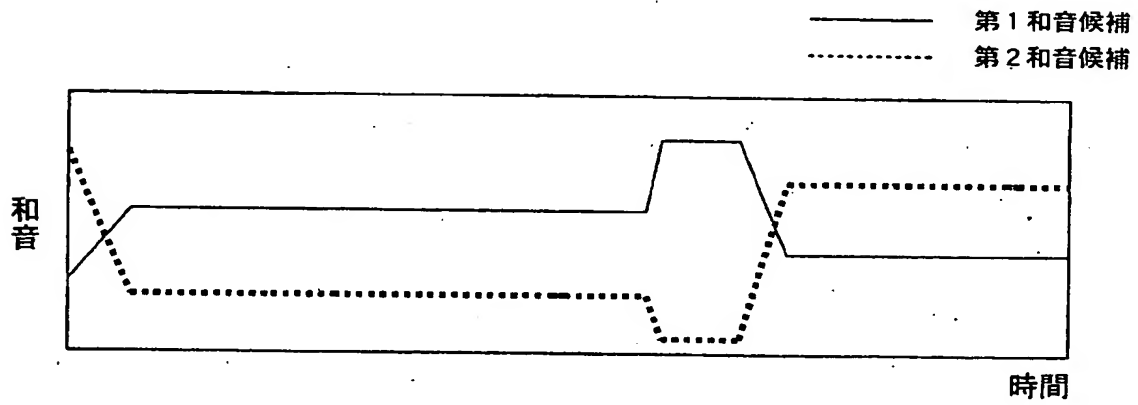
【図 1 1】



【図 1 2】

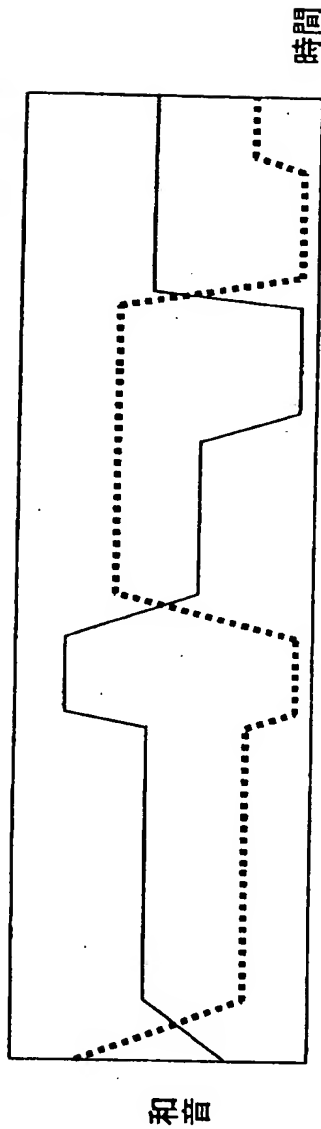


【図 1 3】



【図 1 4】

—— 第 1 和音候補
 第 2 和音候補



(a)

第 1 和音候補 の変化推移	F	Ox08	←時刻(T1(0))	G	Ox0A	T1(1)	D	Ox05	T1(2)	Bb	Ox01	T1(3)	F	Ox08	T1(4)
第 2 和音候補 の変化推移	C	Ox03	←時刻(T2(0))	Bb	Ox01	T2(1)	F#m	Ox29	T2(2)	Bb	Ox01	T2(3)	C	Ox03	T2(4)

(b)

(c)

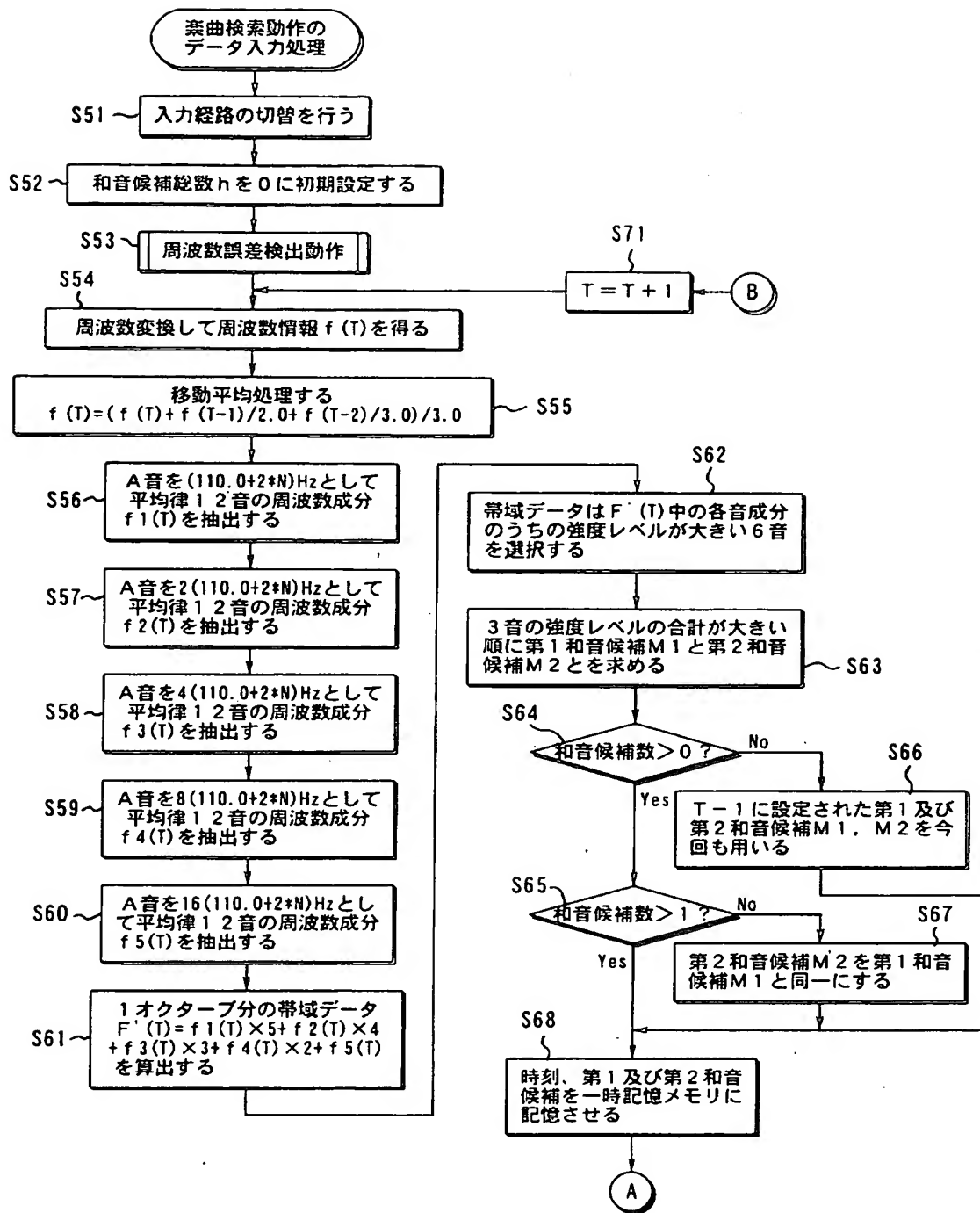
楽曲の識別情報(ファイル名他)(512バイト)

第 1 和音候補数(4バイト) T1(0) (4バイト)[Ox08] T1(1) (4バイト)[Ox0A] T1(2) (4バイト)[Ox05]
 T1(3) (4バイト)[Ox01] T1(4) (4バイト)[Ox08].....

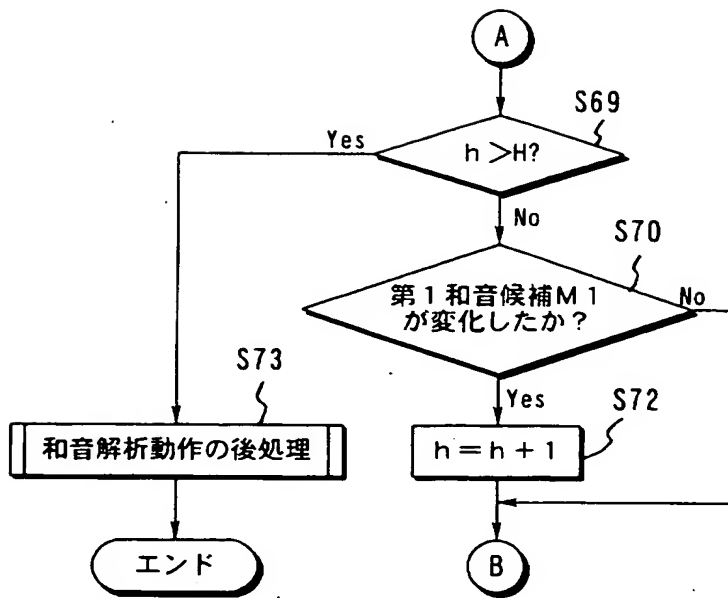
(d)

第 2 和音候補数(4バイト) T2(0) (4バイト)[Ox03] T2(1) (4バイト)[Ox01] T2(2) (4バイト)[Ox29]
 T2(3) (4バイト)[Ox01] T2(4) (4バイト)[Ox03].....

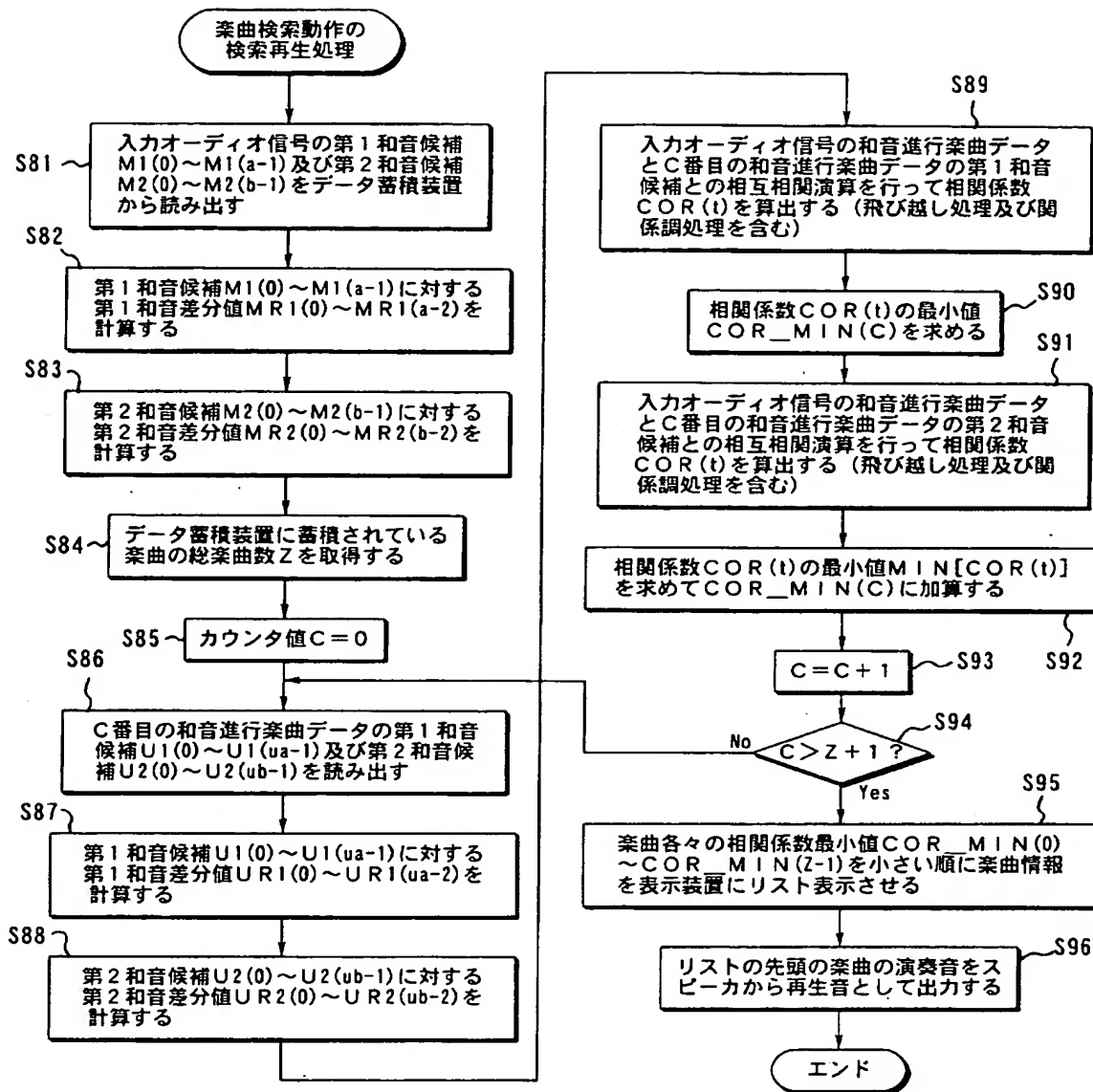
【図 15】



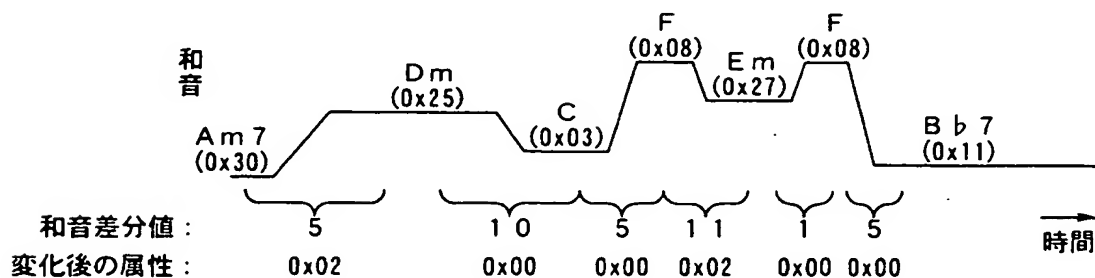
【図 1 6】



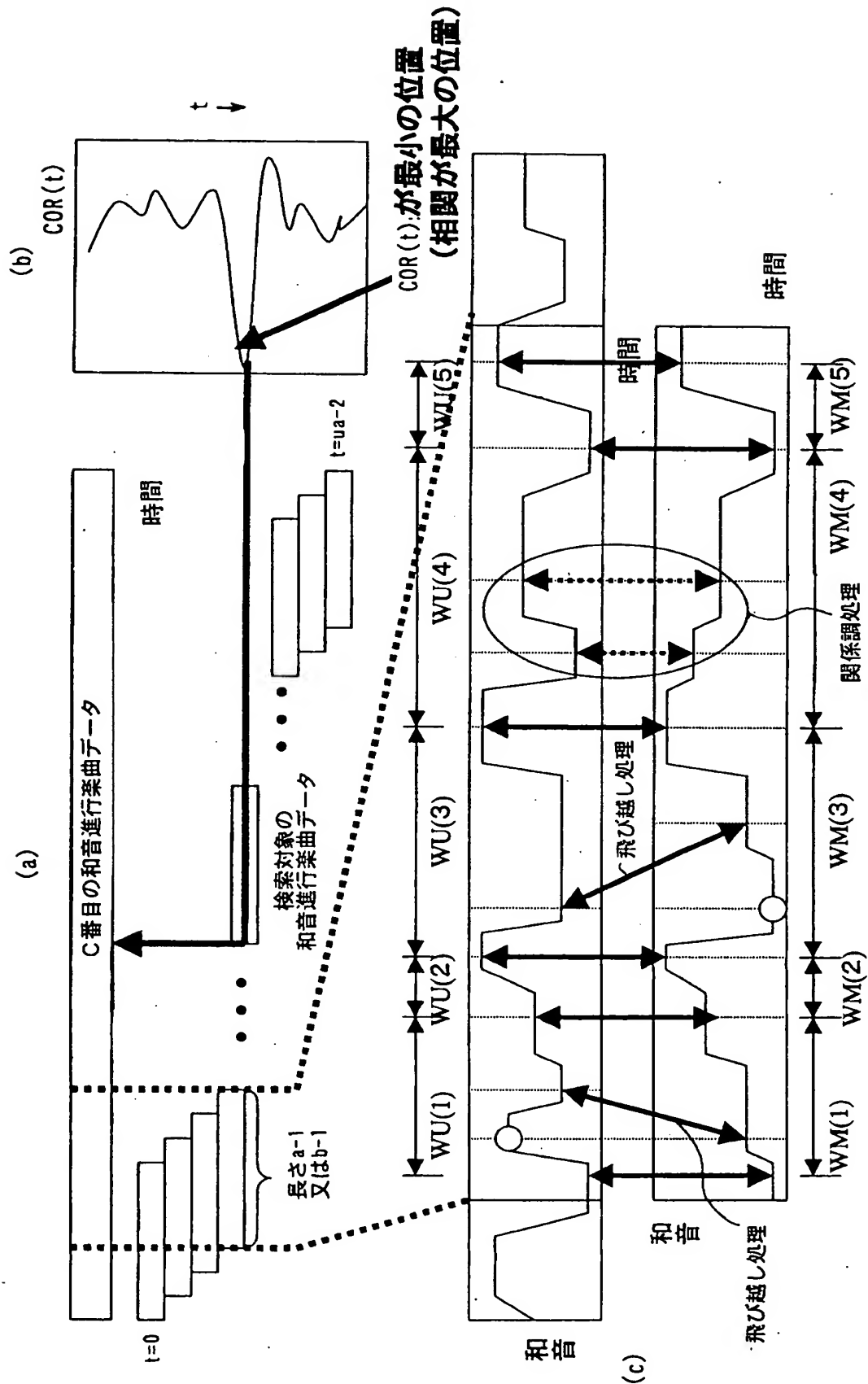
【図 1 7】



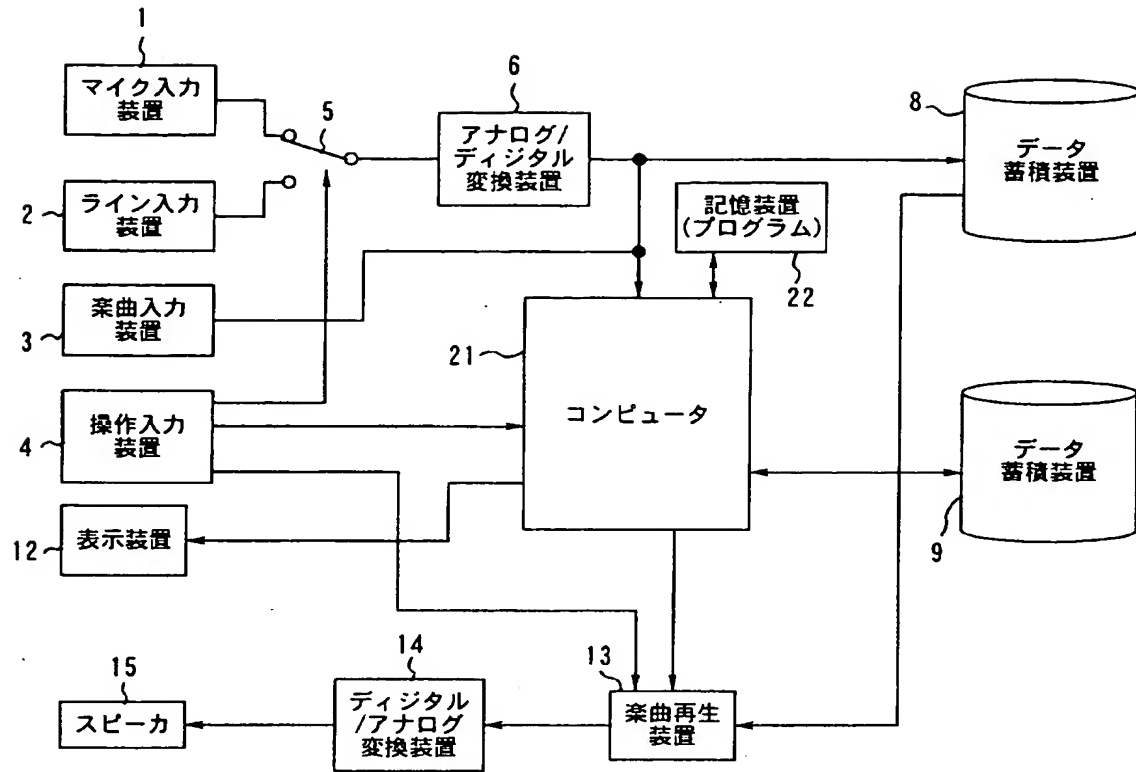
【図 1 8】



【図 1 9】



【図 2 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 所望の楽曲に対応した楽曲について簡単な構成で正確に検索することができる楽曲検索装置及び方法を提供する。

【解決手段】 楽曲の和音の時系列変化を示す和音進行楽曲データを複数の楽曲分蓄積した蓄積手段と、楽曲の少なくとも一部分の和音の時系列変化を示す検索対象の和音進行楽曲データを生成する検索対象データ生成手段と、検索対象の和音進行楽曲データと蓄積手段に蓄積された複数の楽曲の和音進行楽曲データ各々とを和音変化時の和音の根音変化量と変化後の和音の属性とについて比較して複数の楽曲毎の類似度を算出する比較手段と、比較手段による複数の楽曲各々についての類似度の算出結果に応じた検索出力を生成する出力手段とを備えた。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名 パイオニア株式会社